



เอกสารคำสอน  
รายวิชาชีวเคมีประยุกต์

วรวัฒน์ พรหมเด่น  
วท.ด. (ชีวเคมี)

คณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

2560

## คำนำ

เอกสารคำสอนรายวิชา **ชีวเคมีประยุกต์** รหัสวิชา 1163203 จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555) โดยใช้เริ่มใช้ประกอบการเรียนการสอนตั้งแต่ปีการศึกษา 1/2560 เอกสารคำสอนนี้ได้เรียบเรียงเนื้อหาให้มีการบูรณาการองค์ความรู้ทางชีวเคมีเพื่อการประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านการแพทย์ อุตสาหกรรมอาหาร สิ่งแวดล้อม การเกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งผู้เรียนในรายวิชานี้จะต้องเคยเรียนวิชาชีวเคมีพื้นฐานมาก่อน และควรมีการทบทวนเนื้อหาในรายวิชาชีวเคมีพื้นฐานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานกับความรู้ในการประยุกต์ใช้อย่างบูรณาการ

เอกสารคำสอนนี้ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 11 บท เป็นเนื้อหาที่เหมาะสมกับนักศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพรวมถึงนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องมีความรู้ในประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้ เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติเข้ากับเทคโนโลยีชีวภาพในยุคปัจจุบัน ในแต่ละบทเรียนได้เรียบเรียงเนื้อหาอย่างเป็นระบบและมีความละเอียดลึกซึ้ง เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการทางชีวเคมี และประยุกต์ใช้ชีวเคมีในด้านต่าง ๆ อย่างชัดเจน ซึ่งจะเป็ประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นโอกาสในการพัฒนาโจทย์วิจัยในระดับสูงต่อไป ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารคำสอนนี้จะเกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนต่อไป

วรวัฒน์ พรหมเด่น

กรกฎาคม 2560



## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ .....	(1)
สารบัญ .....	(3)
สารบัญภาพประกอบ .....	(9)
สารบัญตาราง .....	(17)
แผนบริหารการสอนประจำวิชา .....	(19)
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1 .....	1
บทที่ 1	
ความเป็นมาของชีวเคมีและชีวเคมีประยุกต์.....	3
ประวัติการศึกษาด้านชีวเคมี .....	3
ขอบข่ายการศึกษาด้านชีวเคมี .....	11
ความสัมพันธ์ของชีวเคมีกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ .....	13
ชีวเคมีประยุกต์ .....	14
สรุป .....	19
เอกสารอ้างอิง .....	21
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 2 .....	25
บทที่ 2	
ชีวเคมีของความผิดปกติทางเมแทบอลิซึมแต่กำเนิด .....	27
ความผิดปกติทางเมแทบอลิซึมแต่กำเนิด .....	27
โรคพร่องเอนไซม์กลูโคส-6-ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส .....	28
โรคฟีนิลคีโตนูเรีย .....	33
โรคแอลแคปโทนูเรีย .....	37
โรคผิวหนัง .....	41

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สรุป .....	43
คำถามท้ายบท .....	44
เอกสารอ้างอิง .....	45
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 3 .....	49
บทที่ 3	
ชีวเคมีของโรคโลหิตจาง .....	51
ส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด .....	51
ภาวะโลหิตจาง .....	56
โรคโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก .....	57
โรคโลหิตจางธาลัสซีเมีย .....	59
โรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียว .....	68
สรุป .....	71
คำถามท้ายบท .....	72
เอกสารอ้างอิง .....	73
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 4 .....	75
บทที่ 4	
ชีวเคมีของโรคมะเร็ง .....	77
โรคมะเร็ง .....	77
ชนิดและสมบัติของเซลล์มะเร็ง .....	80
กลุ่มของยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็ง .....	82
ประเภทการตายของเซลล์ .....	84
การรักษาโรคมะเร็ง .....	87

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สรุป .....	96
คำถามท้ายบท .....	97
เอกสารอ้างอิง .....	99
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 5 .....	103
บทที่ 5	
ชีวเคมีของโรคเอดส์ .....	105
ความเป็นมาของโรคเอดส์ .....	105
ไวรัส .....	106
เชื้อไวรัสเอชไอวี .....	108
ยาต้านไวรัสเอชไอวี .....	112
การตรวจหาเชื้อไวรัสเอชไอวี .....	118
สรุป .....	119
คำถามท้ายบท .....	120
เอกสารอ้างอิง .....	121
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6 .....	123
บทที่ 6	
ชีวเคมีของโรคเสื่อม .....	125
โรคเสื่อม .....	125
ภาวะไขมันในเลือดสูง .....	125
โรคเบาหวาน .....	132
โรคเกาต์ .....	140
สรุป .....	144
คำถามท้ายบท .....	145
เอกสารอ้างอิง .....	147

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7 .....	151
บทที่ 7	
เทคโนโลยีเอนไซม์ในอุตสาหกรรม .....	153
ชีวเคมีของเอนไซม์ .....	153
การใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหาร .....	156
การใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมสิ่งอุปโภค .....	165
การใช้เอนไซม์ทางการแพทย์ .....	168
สรุป .....	171
คำถามท้ายบท .....	172
เอกสารอ้างอิง .....	173
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 8 .....	177
บทที่ 8	
ชีวเคมีประยุกต์ทางการเกษตร .....	179
ชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรด้านพืช .....	179
เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช .....	188
ชีวเคมีและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของพืช .....	195
สรุป .....	203
คำถามท้ายบท .....	204
เอกสารอ้างอิง .....	205

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 9 .....	209
บทที่ 9	
ชีวเคมีในอาหารหมัก .....	211
ปฏิกิริยาชีวเคมีของการหมัก .....	211
ผลิตภัณฑ์นมหมัก .....	216
น้ำส้มสายชูหมัก .....	220
ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองหมัก .....	223
ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ .....	232
สรุป .....	238
คำถามท้ายบท .....	239
เอกสารอ้างอิง .....	241
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 10 .....	245
บทที่ 10	
ชีวเคมีประยุกต์เพื่อการบำบัดสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม .....	247
สารมลพิษ .....	247
การบำบัดสารมลพิษด้วยวิธีทางชีวภาพ .....	249
กลยุทธ์การบำบัดสารมลพิษด้วยวิธีทางชีวภาพ .....	257
การบำบัดสารไฮโดรคาร์บอนทางชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์ .....	261
สรุป .....	267
คำถามท้ายบท .....	268
เอกสารอ้างอิง .....	269



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 11 .....	273
บทที่ 11	
เทคโนโลยีชีวภาพของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม .....	275
สิ่งมีชีวิตดัดแปลงทางพันธุกรรม .....	275
จุลินทรีย์ดัดแปลงทางพันธุกรรม .....	277
พืชดัดแปลงทางพันธุกรรม .....	278
สัตว์ดัดแปลงทางพันธุกรรม .....	284
ผลกระทบที่ของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม .....	289
สรุป .....	291
คำถามท้ายบท .....	292
เอกสารอ้างอิง .....	293
บรรณานุกรม .....	297

## สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 คาร์ล อเล็กซานเดอร์ นอยเบิร์ก .....	3
1.2 อ็องตวน โลว์รอง เดอ ลาวัวซีเย .....	5
1.3 โจนส์ จากอบ แบร์ซีเลียส และอ็องแซลล์ ปาแย็ง .....	5
1.4 หลุยส์ ปาสเตอร์ และวิลเฮล์ม เพรเดอริก ค็ือห์เน .....	5
1.5 เอดูอาร์ด บุชเนอร์ .....	6
1.6 เซอร์ฮันส์ อุดอล์ฟ เครบส์ .....	6
1.7 กุสทาฟ เกออร์ก เอ็มบ์เดน ออตโต ฟริทซ์ ไมเยอร์ฮอฟ และ จากอบ คาโรล ปาร์นาส .....	7
1.8 ฟรานซิสแฮร์รี คอมป์ตัน คริก และเจมส์ ดิวอี้ วัตสัน .....	7
1.9 มอริซ ฮิว เพรเดอริก วิลคินส์ และรอซาลินด์ เอลซี แฟรงกลิน .....	8
1.10 เรย์ หู และเฟรดเดอริก แชนเกอร์ .....	9
1.11 เครื่องเอ็นเอ็มอาร์สเปกโตรมิเตอร์ .....	10
1.12 เครื่องโคมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงและเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ .....	10
1.13 เครื่องวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ .....	10
1.14 ธาตุองค์ประกอบหลักของร่างกายมนุษย์ .....	12
1.15 แผนผังความสัมพันธ์ของชีวเคมี พันธุศาสตร์ และอณูชีววิทยา .....	14
1.16 การวิเคราะห์ลำดับดีเอ็นเอของตัวอ่อนในครรภ์ โดยใช้ตัวอย่างจากเลือดมารดา ด้วยเทคนิค shotgun DNA sequencing .....	15
1.17 การวินิจฉัยการติดเชื้อ HIV โดยเทคนิค western blot .....	15
1.18 ตัวอย่างยาอินซูลินและวัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบบจากเทคนิคพันธุวิศวกรรม ...	16
1.19 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารหมัก .....	16
1.20 การหมักแอลกอฮอล์โดยเซลล์ยีสต์ .....	17
1.21 เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช .....	17
1.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการเพาะปลูกข้าวโพดตัดต่อพันธุกรรม ที่เพิ่มขึ้นและปริมาณการใช้ยาฆ่าแมลงที่ลดลงในสหรัฐอเมริกา .....	18

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
1.23 แนวคิดการผลิตไบโอดีเซลจากสาหร่าย .....	18
1.24 การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจากชีวมวลด้วยกระบวนการหมัก .....	19
2.1 วิธีเพนโทสฟอสเฟตในเม็ดเลือดแดง แสดงจุดพร่องเอนไซม์กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนส .....	29
2.2 ลักษณะไฮนซ์บอดี และลักษณะแหงของเม็ดเลือดแดงในผู้ป่วย G-6-PD .....	30
2.3 ปฏิกิริยาการเปลี่ยนกรดอะมิโนฟีนิลอะลานีนเป็นกรดอะมิโนไทโรซีน เร่งปฏิกิริยาโดยเอนไซม์ฟีนิลอะลานีนไฮดรอกซิเลส .....	34
2.4 แอสปาร์แตม .....	35
2.5 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม น้ำอัดลมในท้องตลาดที่มีส่วนผสมของแอสปาร์แตม .....	35
2.6 แสดงเปรียบเทียบการเกิดตรงควัตุเอชจีเอ-เมลานินที่เกิดจากภาวะAKU และ ยูเมลานินจากชีวสังเคราะห์ปกติในเมลานोไซต์ .....	38
2.7 กรดโฮโมเจนทิลิก .....	39
2.8 สาเหตุทางพันธุกรรมและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของโรคแอลแคปโทนูเรีย....	39
2.9 ลักษณะปรากฏของผู้ป่วยของผู้ป่วยแอลแคปโทนูเรีย .....	40
2.10 ตัวอย่างปัสสาวะของผู้ป่วยแอลแคปโทนูเรีย .....	40
2.11 ภาพตัดขวางเนื้อเยื่อผิวหนังแสดงชั้นเซลล์ชั้นต่าง ๆ .....	42
2.12 ความผิดปกติของเอนไซม์ไทโรซิเนส .....	42
2.13 คนเผือก และลักษณะเมลานินน้อยลงในม่านตา.....	42
3.1 สัดส่วนขององค์ประกอบของเลือด .....	52
3.2 ภาพจำลองลักษณะเซลล์เม็ดแดง และเซลล์เม็ดเลือดแดงของมนุษย์เมื่อสังเกต ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ .....	53
3.3 เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดต่าง ๆ .....	54
3.4 เกล็ดเลือด .....	55
3.5 โครงสร้างของฮีโมโกลบิน .....	62

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3.6 ตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมที่กำหนดรหัสให้โปรตีน สายแอลฟาโกลบิน สายเบตาโกลบิน และองค์ประกอบของสายโปรตีนในฮีโมโกลบินในตัวอ่อน ทารก หรือผู้ใหญ่ .....	63
3.7 ผู้ป่วยเด็กธาลัสซีเมีย แสดงสีระชะและรูปหน้าผิดปกติและภาวะม้ามโต .....	67
3.8 เม็ดเลือดแดงปกติ ธาลัสซีเมียแบบแอลฟา ธาลัสซีเมียแบบเบต้า .....	68
3.9 เม็ดเลือดแดงปกติและเม็ดเลือดแดงรูปเคียว .....	69
3.10 ภาพขยายผ่านกล้องจุลทรรศน์ของเซลล์เม็ดเลือดแดงรูปเคียว .....	70
3.11 ภาพเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนของเซลล์เม็ดเลือดแดงปกติ และเซลล์เม็ด เลือดแดงรูปเคียวในเส้นเลือด .....	70
4.1 วงจรชีวิตของเซลล์มะเร็ง .....	80
4.2 การตายแบบอะพอพโทซิสเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ไม่สามารถซ่อมแซมความผิดปกติได้ และอะพอพโทติกบอดีจะถูกกลืนกินโดยเซลล์ฟาโกไซต์ .....	86
4.3 ยาเกลฟิทีนิบ และยาอิมมาตินิบ .....	89
4.4 ดอกแพงพวยฝรั่ง .....	91
4.5 สารวินคริสทีน และวินบลาสทีน จากแพงพวยฝรั่ง .....	91
4.6 ยาแก้อาการคลื่นไส้อาเจียน ใช้สารตั้งต้นอัลคาลอยด์ 2 ชนิด ที่ได้จากต้น แพงพวยฝรั่ง คือ คาธาแรนธินและวินโดลิน .....	92
4.7 ต้นยิวแปซิฟิก .....	92
4.8 ยาแพคลิแทกเซล .....	93
4.9 บวบขม และสารคิวเคอร์บิทาซิน บี .....	93
4.10 สบู่ดำ และสารเคอร์คิวโชน ซี .....	94
4.11 หนุ้าปากกิ้ง .....	94
4.12 1 $\beta$ -O-D-glucopyranosyl-2-(2'-hydroxy-Z-6'-ene-cosamind)- sphingosine (Glb) จากหนุ้าปากกิ้ง .....	95

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.13 มะรุม .....	96
4.14 ควอเซอทินและเคมเฟอรอลซึ่งเป็นสารประกอบพลาโวนอยด์ .....	96
5.1 โครงสร้างของไวรัสเอชไอวี .....	108
5.2 กระบวนการติดเชื้อและการเพิ่มจำนวนของเชื้อไวรัสเอชไอวี .....	111
5.3 ตัวอย่างโครงสร้างยาในกลุ่ม NRTI เปรียบเทียบกับโครงสร้างนิวคลีโอไซด์.....	113
5.4 ตัวอย่างโครงสร้างยาในกลุ่ม NNRTI .....	114
5.5 โครงสร้างของยาในกลุ่มตัวยับยั้งเอนไซม์โปรตีเอส .....	115
5.6 โครงสร้างยาในกลุ่มยับยั้งกระบวนการทำงานของเอนไซม์อินทิเกรส .....	115
5.7 โครงสร้างยาในกลุ่มยับยั้งไม่ให้ไวรัสจับผิวของเซลล์เจ้าบ้าน .....	116
6.1 องค์ประกอบของลิโปโปรตีน .....	127
6.2 โครงสร้างของโคไลโมครอน .....	127
6.3 โครงสร้างของลิโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำมาก .....	128
6.4 โครงสร้างของลิโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำ .....	128
6.5 โครงสร้างของลิโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นสูง .....	129
6.6 แผนผังการขนส่งลิพิดในร่างกายโดยลิโปโปรตีนต่าง ๆ .....	130
6.7 การสังเคราะห์สารคีโตนในไมโทครอนเดรียของเซลล์ตับ .....	137
6.8 ภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังที่จอตมาจากโรคเบาหวาน .....	137
6.9 โรคเบาหวานทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบประสาท .....	138
6.10 กรดยูริกที่ตกผลึกในข้อต่อจะกระตุ้นกระบวนการในระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้เกิด การอักเสบและอาการปวดบวมของข้อต่อ .....	141
6.11 กรดยูริกที่ตกผลึกในข้อนิ้วมือ .....	141
6.12 ความบกพร่องของเอนไซม์ในเมแทบอลิซึมของพิวรีนทำให้เกิดโรคเกาต์ชนิด เลส์ช-ไนแอสซินโดรม .....	142

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
6.13 แสดงปฏิกิริยาการสลายกรดยูริกโดยใช้เอนไซม์ยูริเคสได้สารแอลลันโทอิน .....	143
6.14 แสดงสูตรโครงสร้างของไฮโปแซนธิน อัลโลพูรินอล และออกซีพูรินอล.....	144
6.15 สารโคลชิซินจากตองดึงออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส.....	144
7.1 การทำงานของเอนไซม์ .....	155
7.2 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของน้ำตาลแล็กโทสเร่งปฏิกิริยาโดยเอนไซม์แล็กเทส .....	157
7.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมปราศจากน้ำตาลแล็กโทส .....	157
7.4 ปฏิกิริยาการตกตะกอนเคซีนด้วยเอนไซม์ .....	158
7.5 ปฏิกิริยาของเอนไซม์เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส .....	159
7.6 ตัวอย่างโยเกิร์ตชนิดปราศจากน้ำตาลแล็กโทส .....	160
7.7 ปฏิกิริยาของเอนไซม์กลูโคสออกซิเดส .....	161
7.8 ตัวอย่างการใช้เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสกับเนื้อสัตว์ .....	162
7.9 ผลิตภัณฑ์ซูริมิที่ทำจากเนื้อปลาตอลลี .....	162
7.10 ปฏิกิริยาของเอนไซม์อินเวอร์เทส .....	163
7.11 โครงสร้างของเพกทิน .....	164
7.12 ปฏิกิริยาของเอนไซม์เพกทินเอสเทอเรส .....	164
7.13 ปฏิกิริยาของเอนไซม์เพกทินไลเอส .....	165
7.14 ปฏิกิริยาของเอนไซม์เซลลูเลส .....	166
7.15 ปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปส .....	167
7.16 ปฏิกิริยาของเอนไซม์กลูโคสออกซิเดส .....	169
7.17 อุปกรณ์ตรวจปริมาณกลูโคสในเลือดแบบอิเล็กทรอนิกส์ .....	169
7.18 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ยาช่วยย่อยอาหารที่มีส่วนผสมของเอนไซม์โบรมเลน .....	170
7.19 ปฏิกิริยาของเอนไซม์แอสพาราจิเนส .....	171
7.20 ปฏิกิริยาของเอนไซม์ยูรีเอส .....	171

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
8.1 ความผิดปกติของต้น <i>Arabidopsis thaliana</i> ที่ทำการกลายพันธุ์ให้ไม่สามารถรับสัญญาณจากฮอร์โมนออกซินได้ เปรียบเทียบกับต้นปกติ .....	181
8.2 โครงสร้างทางเคมีของสารกลุ่มออกซินธรรมชาติ .....	181
8.3 โครงสร้างทางเคมีของสารกลุ่มออกซินสังเคราะห์ .....	182
8.4 โครงสร้างทางเคมีของกรดแอบไซซิก .....	182
8.5 โครงสร้างของสารเคมีออกฤทธิ์เป็นฮอร์โมนในกลุ่มไซโตไคนิน .....	183
8.6 พืชปกติเปรียบเทียบกับต้นพืชที่ทำการกลายพันธุ์ให้ไม่สามารถผลิตไซโตไคนินได้ จะมีลักษณะการเจริญเติบโตน้อยลง มีขนาดแคระลง .....	184
8.7 โครงสร้างทางเคมีของเอทิลีน .....	184
8.8 การทดลองกลายพันธุ์ยืนที่ตอบสนองต่อเอทิลีน .....	185
8.9 โครงสร้างทางเคมีของสารกลุ่มจิบเบอเรลลิน .....	187
8.10 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันของต้น <i>Arabidopsis thaliana</i> ที่ปกติ และที่ทำการกลายพันธุ์โดยทำลายยีน GA20ox1 ที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวสังเคราะห์ของจิบเบอเรลลิน .....	187
8.11 ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ .....	189
8.12 การตัดเนื้อเยื่อชิ้นส่วนพืชที่ทำการฟอกฆ่าเชื้อแล้ว .....	190
8.13 การบ่มเลี้ยงเนื้อเยื่อในชั้นที่ให้แสงสว่างและควบคุมอุณหภูมิ .....	190
8.14 การเปลี่ยนอาหารและปรับสัดส่วนฮอร์โมนเพื่อชักนำให้เกิดรากและยอดจนกระทั่งพืชเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ .....	191
8.15 การย้ายปลูกในสภาพธรรมชาติ .....	191
8.16 สัดส่วนของปริมาณออกซินต่อไซโตไคนินมีผลต่อการพัฒนาเป็นยอดหรือราก .....	195

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
9.1 ไพรูเวตถูกเปลี่ยนไปเป็นแอซิทัลดีไฮด์ โดยเอนไซม์ไพรูเวตดีคาร์บอกซิเลส .....	213
9.2 ไทอามีนไพโรฟอสเฟตซึ่งเป็นรูปที่โคเอนไซม์พร้อมทำงาน .....	213
9.3 ปฏิกิริยารวมของกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ในยีสต์ .....	213
9.4 การสังเคราะห์กรดแลคติกโดยเอนไซม์แลคเตทดีไฮโดรจีเนส .....	214
9.5 ผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่ได้จากกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ .....	216
9.6 แสดงคุณสมบัติประจุของโปรตีนที่ค่า pH ต่าง ๆ .....	219
9.7 แสดงวิธีการเกิดออกซิเดชันของเอทานอลใน <i>Acetobacter aceti</i> .....	222
9.8 PQQ เป็นหมู่พรอสเทติกในโมเลกุลเอนไซม์โดย ทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ .....	222
9.9 แสดงการสร้าง ATP จากกระบวนการออกซิเดทีฟฟอสโฟรีเลชันที่ประกอบ ด้วยการปฏิกิริยาสูบโซ่ขนส่งอิเล็กตรอน .....	223
9.10 ขั้นตอนโคจิจ และไมโรมิ .....	227
9.11 โครงสร้างทางเคมีของสาร HEMF .....	229
9.12 แสดงวิธีการผลิตซอสถั่วเหลืองหรือโซยุของญี่ปุ่น .....	230
9.13 แสดงขั้นตอนการผลิตเบียร์ .....	234
9.14 ดอกฮ็อพส์ .....	234
9.15 กระบวนการหมักแบบมาโลแลคติกเกิดจากแบคทีเรียกรดแลคติก .....	236
10.1 ความสัมพันธ์ของวิถีเมแทบอลิซึมของเซลล์ วิธีการย่อยสลายสารมลพิษจำพวก ไฮโดรคาร์บอน วิถีขนส่งอิเล็กตรอน ตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย และการสร้าง พลังงานให้แก่เซลล์.....	252
10.2 วิธีการย่อยสลายสารมลพิษโดยการเร่งปฏิกิริยาโดยเอนไซม์ในจุลินทรีย์ .....	256
10.3 การเติมสารอาหารเพื่อการเจริญของจุลินทรีย์ธรรมชาติในรูปของสารละลายเพื่อ บำบัดสารมลพิษด้วยวิธีการกระตุ้นทางชีวภาพ .....	258
10.4 ระยะเวลาการปรับตัวของจุลินทรีย์และอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ในระหว่าง การย่อยสลายสารมลพิษ .....	259



## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
10.5 การเติมจุลินทรีย์ที่ผ่านการศึกษาว่ามีคุณสมบัติย่อยสลายสารมลพิษ หรือ จุลินทรีย์ตัดแต่งพันธุกรรมเพื่อบำบัดสารมลพิษ .....	260
10.6 ตัวอย่างสารประกอบอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน .....	262
10.7 วิธีการย่อยสลายแอลเคนแบบ terminal oxidation .....	263
10.8 วิธีการย่อยสลายแอลเคนแบบ sub-terminal hydroxylation .....	264
10.9 สารประกอบไซคลิกไฮโดรคาร์บอน อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และพอลิไซคลิก อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน .....	265
10.10 ภาพรวมของแมเทบอไลซึมของสารประกอบอะโรมาติกชนิดต่าง ๆ .....	266
11.1 วิธีเทคนิครีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอในเซลล์แบคทีเรีย .....	276
11.2 การตัดต่อพันธุกรรมของแบคทีเรียให้สามารถผลิตอินซูลินได้ .....	277
11.3 การถ่ายยีนเข้าสู่พืชโดยเชื้ออะโกรแบคทีเรียและการใช้เครื่องยิงอนุภาค .....	279
11.4 โครงสร้างของพลาสมิด Ti สำหรับการใช้เป็นเวกเตอร์พาหะ .....	280
11.5 มะละกอที่เป็นโรคจุดดำจาก Papaya Rings Spot virus .....	282
11.6 หนอนเจาะสมอฝ้าย .....	283
11.7 กลไกการออกฤทธิ์ของโปรตีน Bt ในทางเดินอาหารของหนอนและแมลง .....	283
11.8 ข้าวพันธุ์ Golden rice ที่ตัดต่อยีนให้สามารถสังเคราะห์เบต้าแคโรทีนได้ .....	284
11.9 การถ่ายยีนด้วยวิธีไมโครอินเจกชันเพื่อสร้างสัตว์ดัดแปลงทางพันธุกรรม .....	286
11.10 การสร้างเซลล์เยิร์มไลน์ที่ดัดแปลงพันธุกรรมด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อสร้างสัตว์ ดัดแปลงพันธุกรรม .....	286
11.11 การถ่ายยีนที่เป้าหมายเข้าสู่ embryonic stem cell และสเต็มเซลล์ที่มียีน เป้าหมายจะรวมตัวกับเอ็มบริโอเจ้าบ้าน ในระยะบลาสโตซิสต์ และจะพัฒนา ต่อไปเป็นสัตว์ดัดแปลงพันธุกรรม .....	287
11.12 การถ่ายยีนด้วยวิธี Retrovirus-mediated transfer .....	288

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงกลุ่มยาที่จะต้องหลีกเลี่ยงในผู้ป่วยที่มีภาวะบกพร่องของเอนไซม์ G-6-PD ...	33
5.1 ยีนและโปรตีนต่าง ๆ ของไวรัสเอชไอวี -1 และเอชไอวี-2 .....	109
5.2 ยากลุ่ม NRTI ที่มีการใช้ในปัจจุบัน .....	113
6.1 ความหนาแน่นและองค์ประกอบของลิโปโปรตีน .....	126
6.2 เกณฑ์การตัดสินภาวะไขมันในเลือดสูง .....	131
7.1 ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์บางชนิด .....	156
7.2 เอนไซม์และการประยุกต์ใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ .....	168
8.1 ปริมาณรังสีดูดกลืนสูงสุดที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตสำหรับการฉายรังสีตาม วัตถุประสงค์ต่าง ๆ .....	201
9.1 องค์ประกอบต่าง ๆ ในน้ำมันดิบ .....	216
9.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตนมหมักชนิดต่าง ๆ .....	218
9.3 จุลินทรีย์สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีความสำคัญในกระบวนการหมักขอสถัวเหลือง .....	227
9.4 สารให้กลิ่นรสชนิดต่าง ๆ ในขอสถัวเหลือง .....	231
10.1 กลุ่มจุลินทรีย์และความสามารถในการใช้แหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงาน .....	250
10.2 ตัวอย่างชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนที่มีความสามารถในการย่อยสลายสาร มลพิษ .....	253
10.3 ตัวอย่างกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการใช้วิถีเมแทบอลิซึมร่วมเพื่อ การย่อยสลายสารมลพิษ .....	254
10.4 สารมลพิษอินทรีย์ที่ถูกเปลี่ยนรูปด้วยวิถีเมแทบอลิซึมร่วมและสารผลิตภัณฑ์ ที่เกิดขึ้น .....	254
11.1 จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมที่สามารถย่อยสลายสารพิษที่ปนเปื้อนใน สิ่งแวดล้อม .....	278



## แผนบริหารการสอนประจำวิชา

1. รหัสวิชา 1163203

รายวิชา ชีวเคมีประยุกต์ (Applied Biochemistry) จำนวนหน่วยกิต 3 (2-2-5)

2. คำอธิบายรายวิชา

การประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีวเคมีทางการแพทย์ การใช้เทคโนโลยีเอนไซม์ในงานอุตสาหกรรม ความเกี่ยวข้องของชีวเคมีกับการเกษตรและอาหาร ชีวเคมีด้านสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตตัดแต่งพันธุกรรม

3. ชื่อหลักสูตร หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555)

4. ภาคการศึกษาและชั้นปีที่สอน ภาคการศึกษาที่ 1/2560 นักศึกษาชั้นปีที่ 3

5. วัตถุประสงค์ทั่วไป

5.1 ด้านพุทธิพิสัย

5.1.1 มีความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางชีวเคมีกับวิทยาศาสตร์ชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพด้านต่างๆ

5.1.2 มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ของสารชีวโมเลกุลกับระบบเมแทบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่ร่วมกันนำไปสู่การประยุกต์ใช้และเกิดเป็นเทคโนโลยี

5.1.3 สามารถนำความรู้ทางชีวเคมีไปใช้บูรณาการในสาขาวิชาอื่น ๆ และสามารถนำหลักชีวเคมีมาใช้ในชีวิตประจำวันทั้งในด้านสุขภาพ การแปรรูปอาหาร อุตสาหกรรม การเกษตร และสิ่งแวดล้อม

5.1.4 สามารถคิดวิเคราะห์โดยใช้องค์ความรู้ในวิชาชีวเคมีเพื่อการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับจากสื่อต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

## 5.2 ด้านจิตพิสัย

5.2.1 เกิดค่านิยมในการดูแลสุขภาพและการบริโภคอาหาร ตลอดจนการปฏิบัติตนเมื่อมีความเสี่ยงจากโรคทางพันธุกรรมหรือโรคติดเชื้อ เมื่อได้รับความรู้ทางชีวเคมี

5.2.2 เห็นคุณค่าและความสำคัญของวิชาชีวเคมีและสามารถประยุกต์องค์ความรู้เพื่อใช้ถ่ายทอดในชั้นเรียนหรือให้บุคคลอื่น ๆ ได้

5.2.3 เกิดทัศนคติที่ดีต่อการใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์

## 5.3 ด้านทักษะพิสัย

5.3.1 สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีวเคมีในกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านอาหาร การเกษตร สิ่งแวดล้อม และการตัดต่อพันธุกรรมได้

5.3.2 สามารถแสวงหาความรู้หรือศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาชีวเคมีและวิทยาศาสตร์ชีวภาพต่าง ๆ ได้ด้วยตัวเอง

5.3.3 สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่าง ๆ ได้

## 6. เนื้อหา

บทที่ 1 ความเป็นมาของชีวเคมีและชีวเคมีประยุกต์

บทที่ 2 ชีวเคมีของความผิดปกติแต่กำเนิดของกระบวนการเมแทบอลิซึม

บทที่ 3 ชีวเคมีของโรคโลหิตจาง

บทที่ 4 ชีวเคมีของโรคมะเร็ง

บทที่ 5 ชีวเคมีของโรคเอดส์

บทที่ 6 ชีวเคมีของโรคเสื่อม

บทที่ 7 เทคโนโลยีเอนไซม์ในอุตสาหกรรม

บทที่ 8 ชีวเคมีประยุกต์ทางการเกษตร

บทที่ 9 ชีวเคมีในอาหารหมัก

บทที่ 10 ชีวเคมีประยุกต์เพื่อการบำบัดสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม

บทที่ 11 เทคโนโลยีชีวภาพของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

## การแบ่งเนื้อหาวิชาและเวลาที่กำหนดให้เรียน

สัปดาห์ที่	บทที่	หัวข้อ/เนื้อหา
1	บทที่ 1 (1 ชั่วโมง)	<b>ความเป็นมาของชีวเคมีและชีวเคมีประยุกต์</b> 1. ประวัติการศึกษาด้านชีวเคมี 2. ขอบข่ายการศึกษาด้านชีวเคมี 3. ความสัมพันธ์ของชีวเคมีกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ 4. ชีวเคมีประยุกต์ 5. สรุป มอบหมายภาระงาน การกำหนดขอบเขตการศึกษาด้วยตนเอง และกำหนดเงื่อนไขการจัดกิจกรรมกลุ่ม
	บทที่ 2 (3 ชั่วโมง)	<b>ชีวเคมีของความผิดปกติแต่กำเนิดของกระบวนการเมแทบอลิซึม</b> 1. ความผิดปกติทางเมแทบอลิซึมแต่กำเนิด 2. โรคพร่องเอนไซม์กลูโคส-6-ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส 3. โรคฟีนิลคีโตนูเรีย
2	บทที่ 2 (2 ชั่วโมง)	<b>ชีวเคมีของความผิดปกติแต่กำเนิดของกระบวนการเมแทบอลิซึม (ต่อ)</b> 4. โรคแอลแคปโทนูเรีย 5. โรคผิวเผือก 6. สรุป
	(2 ชั่วโมง)	อภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมที่พบเห็นได้ในสังคมปัจจุบัน
3	บทที่ 3 (2 ชั่วโมง)	<b>ชีวเคมีของโรคโลหิตจาง</b> 1. ส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด 2. โลหิตจาง 3. โลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก 4. โรคโลหิตจางธาลัสซีเมีย 5. โรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียว 6. สรุป

สัปดาห์ที่	บทที่	หัวข้อ/เนื้อหา
	บทที่ 3 (2 ชั่วโมง)	ชีวเคมีของโรคโลหิตจาง (ต่อ) กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้และรายงานเกี่ยวกับโรคโลหิตจางที่พบบ่อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และประเด็นของการรักษาโรคโลหิตจางด้วยนวัตกรรมใหม่ที่ปรากฏในข่าวและเหตุการณ์ปัจจุบัน
4	บทที่ 4 (4 ชั่วโมง)	ชีวเคมีของโรคมะเร็ง 1. โรคมะเร็ง 2. ชนิดและสมบัติของเซลล์มะเร็ง 3. กลุ่มของยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็ง 4. ประเภทการตายของเซลล์
5	บทที่ 5 (1 ชั่วโมง)  (3 ชั่วโมง)	ชีวเคมีของโรคมะเร็ง (ต่อ) 5. การรักษาโรคมะเร็ง 6. สรุปล กิจกรรมการอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรในการรักษาโรคมะเร็งที่ปรากฏเป็นข่าวในปัจจุบัน
6	บทที่ 5 (4 ชั่วโมง)	ชีวเคมีของโรคเอดส์ 1. ความเป็นมาของโรคเอดส์ 2. ไวรัส 3. เชื้อไวรัสเอชไอวี
7	บทที่ 5 (1 ชั่วโมง)  (3 ชั่วโมง)	ชีวเคมีของโรคเอดส์ (ต่อ) 4. ยาต้านไวรัสเอชไอวี 5. การตรวจหาเชื้อไวรัสเอชไอวี 6. สรุปล กิจกรรมการอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับสถานการณ์โรคเอดส์ในวัยรุ่น แนวทางการขอรับบริการด้านคำปรึกษาและตรวจเลือดหาเชื้อไวรัส การขอรับยาต้านไวรัสจากสถานพยาบาลในกรณีฉุกเฉิน

สัปดาห์ที่	บทที่	หัวข้อ/เนื้อหา
8	บทที่ 6 (2 ชั่วโมง)  (2 ชั่วโมง)	<b>ชีวเคมีของโรคเสื่อม</b> 1. โรคเสื่อม 2. ภาวะไขมันในเลือดสูง 3. โรคเบาหวาน 4. โรคเกาต์ 5. สรุปล  นำเสนอรายงานเกี่ยวกับโรคเสื่อมอื่น ๆ ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน
9	(3 ชั่วโมง)	<b>สอบกลางภาค เนื้อหาบทเรียนที่ 1-6</b>
10	บทที่ 7 (2 ชั่วโมง)  (2 ชั่วโมง)	<b>เทคโนโลยีเอนไซม์ในอุตสาหกรรม</b> 1. ชีวเคมีของเอนไซม์ 2. การใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหาร 3. การใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมสิ่งอุปโภค 4. การใช้เอนไซม์ทางการแพทย์ 5. สรุปล  นำเสนอผลการสืบค้นตัวอย่างการใช้เอนไซม์ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และการอภิปรายในประเด็นเกี่ยวกับการหลักชีวเคมีของเอนไซม์ในเครื่องสำอาง
11	บทที่ 7 (4 ชั่วโมง)	<b>เทคโนโลยีเอนไซม์ในอุตสาหกรรม (ต่อ)</b> 1. กิจกรรมการทำชีสจากนมสดโดยใช้เอนไซม์เรนเนท (ปฏิบัติการในเวลา ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อาหาร) 2. มอบหมายชิ้นงานการเตรียมเยื่อกระดาษจากเส้นใยจากพืชแหล่งต่าง ๆ โดยใช้เอนไซม์เซลลูเลส (ปฏิบัติการนอกเวลา ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี)



สัปดาห์ที่	บทที่	หัวข้อ/เนื้อหา
12	บทที่ 8 (2 ชั่วโมง)  (2 ชั่วโมง)	<b>ชีวเคมีประยุกต์ทางการเกษตร</b> 1. ชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรด้านพืช 2. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 3. ชีวเคมีและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของพืช 4. สรุป  รายงานการสืบค้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเศรษฐกิจ และตัวอย่างเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
13	บทที่ 9 (3 ชั่วโมง)  (1 ชั่วโมง)	<b>ชีวเคมีในอาหารหมัก</b> 1. ปฏิกิริยาชีวเคมีของการหมัก 2. ผลิตภัณฑ์นมหมัก 3. น้ำส้มสายชูหมัก 4. ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองหมัก 5. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 6. สรุป  บรรยายการเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติการอาหารหมัก การจัดเตรียมอุปกรณ์และวัสดุดิบ
14	บทที่ 9 (4 ชั่วโมง)	<b>ชีวเคมีในอาหารหมัก (ต่อ)</b> 1. ปฏิบัติการการหมักน้ำส้มสายชู 2. ปฏิบัติการการหมักเบียร์ 3. ปฏิบัติการการหมักโยเกิร์ต
15	บทที่ 10 (2 ชั่วโมง)	<b>ชีวเคมีประยุกต์เพื่อการบำบัดสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม</b> 1. สารมลพิษ 2. การบำบัดสารมลพิษด้วยวิธีทางชีวภาพ 3. กลยุทธ์การบำบัดสารมลพิษด้วยวิธีทางชีวภาพ 4. กรณีศึกษาการบำบัดสารไฮโดรคาร์บอนทางชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์ 5. สรุป

ลำดับที่	บทที่	หัวข้อ/เนื้อหา
	(2 ชั่วโมง)	นำเสนอรายงานการค้นคว้างานวิจัยหรือกรณีตัวอย่างของการบำบัดสารมลพิษทางชีวภาพ
16	บทที่ 11 (2 ชั่วโมง)	<b>เทคโนโลยีชีวภาพของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม</b> 1. สิ่งมีชีวิตดัดแปลงทางพันธุกรรม 2. จุลินทรีย์ดัดแปลงทางพันธุกรรม 3. พืชดัดแปลงทางพันธุกรรม 4. สัตว์ดัดแปลงทางพันธุกรรม 5. ผลกระทบที่ของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม 6. สรุป
	(2 ชั่วโมง)	อภิปรายกลุ่มเรื่องความจำเป็น ความสำคัญ ข้อดีและข้อเสีย ของเทคโนโลยีชีวภาพของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม
17	(4 ชั่วโมง)	1. นำเสนอรายงานการปฏิบัติการเรื่องอาหารหมัก 2. นำเสนอชิ้นงานเยื่อกระดาษจากเส้นใยจากพืชที่เตรียมจากการย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลส 3. อภิปรายกลุ่มเรื่องประโยชน์ของชีวเคมีที่นำมาประยุกต์ใช้ในวงการต่าง ๆ
<b>สอบปลายภาค เนื้อหาบทเรียนที่ 7-11</b>		

## 7. วิธีการสอนและการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

7.1 การบรรยายในชั้นเรียน 2 ชั่วโมง/ครั้ง/คาบ/ร้อยละ 50

7.2 การปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ กิจกรรมกลุ่ม การสรุปและอภิปรายในชั้นเรียน 2 ชั่วโมง/ครั้ง/ คาบ/ร้อยละ 50

7.3 การสืบค้นด้วยตนเองโดยใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศออนไลน์

7.4 ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ นำความรู้ที่ได้เรียนในช่วงต้นมาตั้งคำถามและค้นหาคำตอบโดยการอภิปรายกลุ่มและนำเสนอ

## 8. สื่อการเรียนการสอน

- 8.1 เอกสารคำสอนรายวิชาชีวเคมีประยุกต์
- 8.2 แบบบันทึกผลการทดลองภาคปฏิบัติ
- 8.3 สื่อประกอบการบรรยายในชั้นเรียน เช่น สไลด์ แผ่นภาพ โมเดลจำลอง
- 8.4 สารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต ฐานข้อมูลงานวิจัย PUBMED และ Science Direct
- 8.5 บทความวิจัย บทความวิชาการ
- 8.6 ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสารเคมี

## 9. เอกสารและตำราประกอบ

- วรวัฒน์ พรหมเด่น. (2560). **ชีวเคมีประยุกต์**. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- ชัยสิทธิ์ ลิทธิเวช. (2557). **ชีวเคมีทางการแพทย์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตรีทิพย์ รัตนวรชัย. (2555). **ชีวเคมีของเลือดเชิงบูรณาการ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปราณี อ่านเปรื่อง (2558). **เอนไซม์ทางอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิติ จันทร์วรโชติ. (2560). **ชีววิทยาโมเลกุลของเซลล์มะเร็ง**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วรรณิ กัณฐกมาลากุล. (2557). **เชื้อเอชไอวีและภูมิคุ้มกันด้านเซลล์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: วี. เจ. พรินติ้ง.
- วรารณณ์ ฤๅชุลน. (2557). **เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพรร : จากพื้นฐานสู่การประยุกต์ใช้ทางเภสัชศาสตร์** . พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ขอนแก่นพิมพ์พัฒนา.
- วิฑู ชูศรี. (2558). **เทคโนโลยีของกระบวนการหมักอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อลิสา วังใน. (2553). **การบำบัดสารมลพิษทางชีวภาพ**. กรุงเทพฯ: ส. เอเชียเพรส (1998).

## 10. การวัดผลและประเมินผล

### 10.1 การวัดผล

คะแนนระหว่างภาคเรียน	70	คะแนน
1. การเข้าฟังบรรยายและเข้าปฏิบัติการ	10	คะแนน
2. การศึกษาค้นคว้าเฉพาะเรื่อง (รายงาน)	10	คะแนน
3. การฝึกปฏิบัติการ (รายงานผลการทดลอง)	15	คะแนน
4. การสอบกลางภาคเรียน	35	คะแนน
คะแนนสอบปลายภาคเรียน	30	คะแนน

### 10.2 การประเมินผล

คะแนนระหว่าง	85 - 100	ได้ระดับ A
คะแนนระหว่าง	80 - 84	ได้ระดับ B <sup>+</sup>
คะแนนระหว่าง	75 - 79	ได้ระดับ B
คะแนนระหว่าง	70 - 74	ได้ระดับ C <sup>+</sup>
คะแนนระหว่าง	65 - 69	ได้ระดับ C
คะแนนระหว่าง	60 - 64	ได้ระดับ D
คะแนนระหว่าง	55 - 59	ได้ระดับ D <sup>+</sup>
คะแนนระหว่าง	0 - 54	ได้ระดับ F

## 11. ข้อมูลประจำตัวผู้สอน

ชื่อผู้สอน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ พรหมเด่น

วุฒิการศึกษา:

พ.ศ. 2547 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีวเคมี) เกียรตินิยมอันดับ 2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2551 วิทยาศาสตร์ดุขฎิบัณฑิต (ชีวเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ติดต่อในเวลาราชการ: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ห้อง 1961 อาคารสิริวิบูลยการคณะครุศาสตร์ โทรศัพท์ 089-424-2324

เวลาให้คำปรึกษา: วันอังคาร เวลา 13.00-17.00 น. และ วันศุกร์ เวลา 8.00- 12.00 น.

E-mail: worrawat.pd@bru.ac.th

